

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2003 年 8 月 21 日 (21.08.2003)

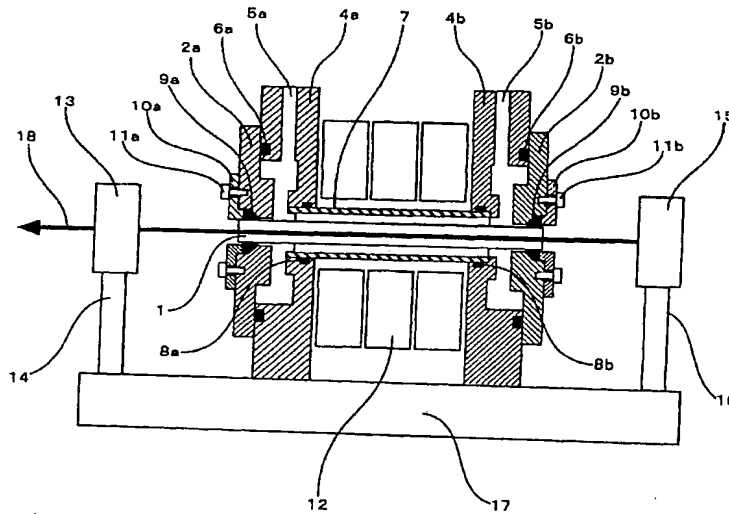
PCT

(10) 国際公開番号  
WO 03/069738 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: H01S 3/02
- (21) 国際出願番号: PCT/JP02/01316
- (22) 国際出願日: 2002 年 2 月 15 日 (15.02.2002)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱電機株式会社 (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目二番三番号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 藤川 周一 (FUJIKAWA, Shuichi) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目二番三番号 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 宮田 金雄, 外 (MIYATA, Kaneo et al.); 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目二番三番号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (国内): DE, JP, US.
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告書
- 2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: ROD TYPE SOLID STATE LASER

(54) 発明の名称: ロッド型固体レーザー



(57) Abstract: A structure for holding the solid state laser medium in a rod type solid state laser, and a rod type solid state laser which can emit laser light stably. The rod type solid state laser comprises fixed rings (9) formed around the opposite end parts of a solid state laser medium (1) while tapering the outer side face thereof partially or entirely, and a rod holder (2) having a surface facing the fixed ring (9) tapered at an angle substantially equal to that of the tapered outer side face of the fixed ring wherein the solid state laser medium (1) is secured to the rod holder (2) while pressing the fixed ring (9) against the tapered inner wall face of the rod holder (2) and the solid state laser medium (1).

[続葉有]

WO 03/069738 A1



---

(57) 要約:

ロッド型固体レーザにおける固体レーザ媒質の保持構造に関するものであり、安定したレーザ光を発生させることが可能なロッド型固体レーザ装置を提供する。

この発明のロッド型固体レーザは、固体レーザ媒質（１）の両端部分の周囲に外側面の一部または全体がテーパ状に形成された固定リング（９）を設け、さらに固定リング（９）の周囲に、固定リング（９）との対向面が、固定リングのテーパ状の外側面と略等しい角度でテーパ状に形成されたロッドホルダ（２）を設け、固定リング（９）をロッドホルダ（２）のテーパ状の内壁面に押圧させると共に、固体レーザ媒質（１）に押圧させて固体レーザ媒質（１）をロッドホルダ（２）に固定する。

## 明 細 書

## ロッド型固体レーザー

## 5 技術分野

この発明は、ロッド型固体レーザーに関するものであり、詳しくは、ロッド型の固体レーザー媒質より安定にレーザービームを取り出すためのロッド保持構造に関するものである。

## 10 背景技術

- 第6図は、例えば文献「Solid-state Laser Engineering 3rd. Ed.」(Kochner)第374頁に示された従来のロッド型固体レーザーにおける固体レーザー媒質保持部の構成を示す断面構成図である。第6図において、1は端面がブリュースター角度でカットされた円形断面を有するロッド型の固体レーザー媒質、
- 15 2は固体レーザー媒質1を固定するため、貫通穴が設けられたロッドホルダであり、貫通穴中にはOリング溝を備えている。3はロッド型の固体レーザー媒質1の一端を支持するとともに、固体レーザー媒質1を冷却する冷却媒体をシールするために用いるロッド固定用Oリングであり、ロッドホルダ2の貫通穴中に設けられたOリング溝内に配設されている。4
- 20 はロッドホルダ2を固定する側板、5は固体レーザー媒質1を冷却する冷却媒体を供給、または排出するため、側板4中に設けられた冷却水路、6はロッドホルダ2を側板4に固定する際、冷却媒体をシールするために用いるロッドホルダ用Oリング、7は固体レーザー媒質1の周囲に、冷却媒体を流すために設けたフローチューブであり、固体レーザー媒質1は
- 25 フローチューブ7に内包されるよう、ロッドホルダ2に固定されている

。8はフローチューブ7を側板4に固定する際、冷却媒体をシールするために用いるフローチューブ用Oリングである。第6図は固体レーザー媒質1の一方の端部を固定する構成を示しているが、固体レーザー媒質1のもう一方の端部についても、同一の構成により固定されている。この場合、一方の側板側に設けられた冷却水路5より供給した冷却媒体は、フローチューブ7を介し、固体レーザー媒質1を冷却しながらもう一方の側板側の冷却水路5にまで到達し、外部に排出される。

第7図は、例えば実開平6-82873号公報に示された、従来の他のロッド型固体レーザーにおける固体レーザー媒質保持部の構成を示す断面構成図である。第7図において、1、2、3は第6図に示すものと同様の部材である。20はキャップであり、ロッドホルダ2にねじ込まれ、ロッドホルダ2の開口端側からバックアップリング30を介してOリング3を押さえつける。キャップ20及びバックアップリング30はOリング3の抜けを防止する押さえ部材としての機能を有する。

15 以上のように、従来のロッド型固体レーザーにおいては、固体レーザー媒質の両端部を、冷却媒体をシールするために用いるOリング3によって保持していた。Oリング3に固体レーザー媒質1の保持機能を兼ねさせているため、従来装置においては固体レーザー媒質の固定が不安定になる恐れがあった。

20 この発明は、上記のような問題点を解決するためになされたものであり、固体レーザー媒質を安定に保持し、安定したレーザー光を出力するロッド型固体レーザーを得ることを目的とするものである。

#### 発明の開示

25 第1の発明に係るロッド型固体レーザーは、ロッド型の固体レーザー媒質、該固体レーザー媒質の両端部分の周囲に設けられ、内径が前記固体レ

ザ媒質の直径と略等しく、外側面の一部または全体がテーパ状に形成された固定リング、該固定リングの周囲に設けられ、前記固定リングとの対向面が、前記固定リングのテーパ状の外側面と略等しい角度でテーパ状に形成されたロッドホルダ、及び前記固定リングを前記ロッドホルダのテーパ状の内壁面に押圧させると共に、前記固体レーザ媒質に押圧させ、前記固体レーザ媒質を前記ロッドホルダに固定する押圧部材を備えたものである。これによれば、冷却水の直接衝突や、乱流冷却、その他機械的外乱にともなう固体レーザ媒質の振動を効果的に抑制し、安定に固体レーザ媒質を保持することができる。この結果、常に一定のレーザ出力を安定に維持することが可能になる。

また、第2の発明に係るロッド型固体レーザは、ロッド型の固体レーザ媒質、該固体レーザ媒質の両端部分の周囲に設けられ、内径が前記固体レーザ媒質の直径と略等しく、ヤング率が300MPa以上で、かつ前記固体レーザ媒質のヤング率より小さい材質よりなる固定リング、該固定リングの周囲に設けられたロッドホルダ、及び前記固定リングを前記ロッドホルダの内壁面に押圧させると共に、前記固体レーザ媒質に押圧させ、前記固体レーザ媒質を前記ロッドホルダに固定する押圧部材を備えたものである。これによれば、本発明の固定リングは、通常Oリングの素材として使用されるシリコンゴム等に比べ剛性が高く、堅固にロッド型の固体レーザ媒質の両端を固定することができるので、冷却水の直接衝突や、乱流冷却、その他機械的外乱にともなう固体レーザ媒質の振動を効果的に抑制し、常に一定のレーザ出力を安定に維持することが可能になる。

また、第3の発明に係るロッド型固体レーザは、ロッド型の固体レーザ媒質、該固体レーザ媒質の両端部分の周囲に設けられ、内径が前記固体レーザ媒質の直径と略等しく、前記固体レーザ媒質との対向面が円筒

状に形成された固定リング、該固定リングの周囲に設けられたロッドホルダ、及び前記固定リングを前記ロッドホルダの内壁面に押圧させると共に、前記固体レーザ媒質に押圧させ、前記固体レーザ媒質を前記ロッドホルダに固定する押圧部材を備えたものである。これによれば、本発明の固定リングはＯリングに比べ、固体レーザ媒質との接触面積が広くとれ、堅固にロッド型の固体レーザ媒質の両端を固定することができるので、冷却水の直接衝突や、乱流冷却、その他機械的外乱にともなう固体レーザ媒質の振動を効果的に抑制し、常に一定のレーザ出力を安定に維持することが可能になる。

10      また、この発明に係るロッド型固体レーザは、第１～第３の発明によるロッド型固体レーザにおいて、ロッドホルダにＯリングを配するための空隙を設け、該空隙中に配したＯリングを用いて、固体レーザ媒質を冷却する冷却媒体をシールするものである。これによれば、固定リングを用いて固体レーザ媒質を固定する際、固体レーザ媒質に対する応力を緩和し、光学歪の発生を抑えることができるので、集光性を劣化させることなく、安定にレーザ光を発生させることができる効果がある。

15      また、この発明に係るロッド型固体レーザは、第１の発明によるロッド型固体レーザにおいて、固定リングは、ヤング率が３００ＭＰa以上で、かつ前記固体レーザ媒質のヤング率より小さい材質よりなるものである。これによれば、固定リングの剛性が高く、より堅固にロッド型の固体レーザ媒質の両端を固定することができるので、固体レーザ媒質の振動をさらに抑制することが可能になる。

20      また、この発明に係るロッド型固体レーザは、上記ロッド型固体レーザ、または第１または第２の発明によるロッド型固体レーザにおいて、  
25      固定リングは、固体レーザ媒質との対向面が円筒状に形成されているものである。これによれば、固定リングと固体レーザ媒質との接触面積が

広くとれ、より堅固にロッド型の固体レーザー媒質の両端を固定することができるので、固体レーザー媒質の振動をさらに抑制することが可能になる。

また、この発明に係るロッド型固体レーザーは、第1～第3の発明によるロッド型  
5 固体レーザーにおいて、固定リングの材質が、フッ素系の樹脂であるものである。これによれば、固定リングをレーザー光近傍に配置しても、熱変性や脱ガスを生じることなく、常に安定なレーザー発振を維持することができる。また固定リングを常に冷却水に接触する状態で配置しても、腐食や変質を生じることなく、純水の電気伝導度を低い値に保ち、冷却媒体を清浄に維持することができる効果がある。

10 また、この発明に係るロッド型固体レーザーは、第1～第3の発明によるロッド型固体レーザーにおいて、固体レーザー媒質が半導体レーザー光によって励起されるものである。これによれば、細い径の固体レーザー媒質を用いて、効率よく、高出力高品質のレーザー光を安定して得ることが可能となる効果がある。

#### 15 図面の簡単な説明

第1図は本発明の実施例1によるロッド型固体レーザーの構成を示す断面構成図、第2図は本発明の実施例2によるロッド型固体レーザーにおける固体レーザー媒質保持部の構成を示す断面構成図、第3図は本発明の実  
20 施例3によるロッド型固体レーザーにおける固体レーザー媒質保持部の構成を示す断面構成図、第4図は本発明の実施例4によるロッド型固体レーザーにおける固体レーザー媒質保持部の構成を示す断面構成図、第5図は本発明の実施例5によるロッド型固体レーザーにおける固体レーザー媒質保持部の構成を示す断面構成図、第6図は従来のロッド型固体レーザーにおける固体レーザー媒質保持部の構成を示す断面構成図、第7図は従来の他の  
25 ロッド型固体レーザーにおける固体レーザー媒質保持部の構成を示す断面構成図である。

発明を実施するための最良の形態

実施例 1.

前述のように、ロッド型固体レーザーにおいて、固体レーザー媒質の保持はOリングによりなされており、不安定ではあるが、通常のレーザーでは

5 固体レーザー媒質が振動する問題は無かった。即ち、固体レーザー媒質をランプ等の励起源により励起するものにおいて、ランプから発せられる励起光は指向性が無く等方的に放射するため、ロッド径の小さい固体レーザー媒質を使用した場合、固体レーザー媒質に励起光を効率よく吸収させることは困難であった。このため、通常は6 mm以上のロッド径のレーザー

10 媒質が用いられていた。また、固体レーザー媒質をランプ等の励起源により励起するものにおいて、高出力、高品質のレーザー光を得ようとする、固体レーザー媒質の発熱が大きく、出力レーザー光のビーム品質を上げるために固体レーザー媒質のロッド径を細くすることができなかつた。従って、このような通常のロッド径の固体レーザー媒質では振動等の問題は無

15 かった。しかしながら、固体レーザー媒質を半導体レーザー光により励起するものにおいては、半導体レーザーに指向性があるため、ロッド径が小さくても効率よく励起光を固体レーザー媒質に照射することが可能となる。また、固体レーザー媒質を半導体レーザー光により励起するものにおいては、発熱量が小さいので、固体レーザー媒質のロッド径を細くし、高出力高

20 品質のレーザー光を得ることが可能となる。発明者らは実験の結果、このような固体レーザー媒質のロッド径の小さいものにおいて、従来と同様の装置構成とした場合、ロッド径が4 mm未満になると、固体レーザー媒質を堅固に固定することができず、冷却媒体の乱流や機械的な外乱にともなう固体レーザー媒質の振動が顕著になるとともに、ロッド径が小さくなる

25 ほど、レーザー発振の安定性に対する振動の影響が大きくなるため、レーザー発振が不安定となり、安定なレーザー出力を得ることができないとい



う問題を発見した。

また、固体レーザー媒質のロッド径が4 mm未満になると、冷却媒体の乱流や機械的な外力によって、固体レーザー媒質の中心光軸が容易に偏心するため、複数の固体レーザー媒質を直列に配置し、高出力のレーザー光を発生させる構成において、ロッド毎に中心光軸の位置が変化し、レーザー光の発生効率が低下するという問題を発見した。

以下にこれらの問題を解決する構成を示す。

第1図は本発明の実施例1によるロッド型固体レーザーの構成を示す断面構成図である。図において、1はロッド型の固体レーザー媒質、9 a, 9 bは固体レーザー媒質1の両端部分の周囲に設けられた固定リングであり、固体レーザー媒質1との対向面は円筒状に形成され、内径が固体レーザー媒質1の直径と略等しい。固定リング9 a, 9 bの外側面の一部はテーパ状に形成されている。また、固定リング9 a, 9 bのヤング率は300 MPa以上で、かつ固体レーザー媒質1のヤング率より小さい材質よりなる。例えば、フッ素系樹脂の一種である白色のPTFE（ポリテトラフルオロエチレン（4フッ化）、ヤング率：390 MPa）を素材として使用している。2 a, 2 bは固定リング9 a, 9 b及び固体レーザー媒質1が配される貫通穴が設けられたロッドホルダであり、貫通穴における固定リング9 a, 9 bとの対向面は、固定リング9 a, 9 bのテーパ状の外側面と略等しい角度でテーパ状に形成されている。4 a, 4 bはロッドホルダ2 a, 2 bを固定する側板、5 a, 5 bは固体レーザー媒質1を冷却する冷却媒体を供給、または排出するため、側板4 a, 4 b中に設けられた冷却水路、6 a, 6 bはロッドホルダ2 a, 2 bを側板4 a, 4 bに固定する際、冷却媒体をシールするために用いるロッドホルダ用Oリング、7は固体レーザー媒質1の周囲に、冷却媒体を流すために設けたフローチューブであり、固体レーザー媒質1はフローチューブ7に

内包されるよう、固定リング 9 a, 9 b を介してロッドホルダ 2 a, 2 b に固定されている。8 a, 8 b はフローチューブ 7 を側板 4 a, 4 b に固定する際、冷却媒体をシールするために用いるフローチューブ用 O リングである。10 a, 10 b は押え金具、11 a, 11 b は押えボルトであり、押え金具 10 a, 10 b 及び押えボルト 11 a, 11 b は、固定リング 9 a, 9 b をロッドホルダ 2 a, 2 b のテーパ状の内壁面に押圧させると共に、固体レーザー媒質 1 に押圧させ、固体レーザー媒質 1 をロッドホルダ 2 a, 2 b に固定するための押圧部材である。12 は固体レーザー媒質 1 を光励起するために用いる半導体レーザーであり、固体レーザー媒質 1 の光軸に沿って 3 段にわたり配置されている。13 は光共振器を構成する部分反射鏡、14 は部分反射鏡 13 を固定する部分反射鏡ホルダであり、部分反射鏡 13 の位置及び角度を調整するための調整機構を有している。15 は光共振器を構成するもう一方のミラーである全反射鏡、16 は全反射鏡 15 を固定する全反射鏡ホルダであり、部分反射鏡ホルダ 14 と同じく、全反射鏡 15 の位置及び角度を調整するための調整機構を有している。17 は基板であり、側板 4 a, 4 b、部分反射鏡ホルダ 14、全反射鏡ホルダ 16 が共通の基板 17 上に堅固に固定されている。18 は部分反射鏡 13 及び全反射鏡 15 により構成された光共振器によって取り出されるレーザー光である。本実施例のロッド型固体レーザーにおいては、図に示すように、固体レーザー媒質保持部の構成は左右同一の構造を有している。

次に、動作について説明する。半導体レーザー 12 から発せられた励起光を固体レーザー媒質 1 へ照射すると、固体レーザー媒質 1 中に含まれる活性媒質が励起され、反転分布を形成する。反転分布中で上準位に位置する励起粒子が下準位へ緩和する際、反転分布間のエネルギー差に相当する波長を有する自然放出光が発生する。部分反射鏡 13 には、反転分布

間のエネルギー差に相当する波長に対する部分反射コーティング、全反射鏡 1 5 には、反転分布間のエネルギー差に相当する波長に対する波長に対する全反射コーティングが施されており、光共振器を構成している。固体レーザ媒質 1 中で発生した自然放出光の一部は、部分反射鏡 1 3  
5 と全反射鏡 1 5 により構成される光共振器内に閉じこめられ、光共振器中を往復する。光共振器を往復する自然放出光が、活性媒質によって形成された反転分布を通過する際、誘導放出による増幅作用を被り、光共振器内の光強度は急速に増加する。光強度の増加とともに、位相の揃ったレーザビームが成長し、レーザ発振へと至る。光共振器内のレーザビ  
10 ームは、部分反射鏡 1 3 の透過率に相当する割合で、レーザ光 1 8 として光共振器外部へ取り出される。

半導体レーザ 1 2 により励起された固体レーザ媒質 1 は、非放射遷移の存在により発熱するため、冷却媒体である純水によって冷却される。冷却媒体である純水は、冷却水路 5 a より供給され、フローチューブ 7  
15 と固体レーザ媒質 1 との間を通過しながら固体レーザ媒質 1 を冷却する。固体レーザ媒質 1 を冷却した純水は、冷却水路 5 b より排出される。

本実施例においては、外側面の一部がテーパ状に形成された固定リング 9 a, 9 b を介して、固体レーザ媒質 1 の両端がロッドホルダ 2 a, 2 b に保持されている。即ち、ロッドホルダ 2 a, 2 b 中央の貫通穴に  
20 は、固定リング 9 a, 9 b の外側面と略等しい角度を有するテーパが形成されており、固体レーザ媒質 1 の両端に固定リング 9 a, 9 b を装着するとともに、押え金具 1 0 a, 1 0 b を用いて、固定リング 9 a, 9 b を、ロッドホルダ 2 a, 2 b の貫通穴中へ、押えボルト 1 1 a, 1 1 b により押圧することにより、固定リング 9 a, 9 b を、ロッドホルダ  
25 2 a, 2 b のテーパ状の内壁面に押圧させると共に、固体レーザ媒質 1 に押圧し、固定リング 9 a, 9 b 外側面のテーパ部とロッドホルダ 2 a

、2 bの貫通穴中のテーパ部、及び固定リング9 a、9 b中央に設けられた固体レーザ媒質1の直径と略等しい内径を有する貫通穴の円筒状の内壁面と固体レーザ媒質1の外側面とを密接させて、固体レーザ媒質1の両端部をロッドホルダ2 a、2 bに堅固に固定するとともに、冷却媒  
5 質である純水の外部への漏洩をシールしている。

本実施例においては、外側面がテーパ状に形成された固定リング9 a、9 bを固体レーザ媒質1の両端部に装着し、ロッドホルダ2 a、2 bの貫通穴中に設けられたテーパ部へ押圧することにより、固体レーザ媒質1をロッドホルダ2 a、2 bに固定しているので、冷却水の直接衝突  
10 や、乱流冷却、その他機械的外乱にともなう固体レーザ媒質の振動を効果的に抑制し、安定に固体レーザ媒質を保持することができる。この結果、常に一定のレーザ出力を安定に維持することが可能になる。

更に、固定用リング9 a、9 bの外側面、及びロッドホルダ2 a、2 bに設けられた貫通穴の一部が、略等しい角度を有するテーパ状に形成  
15 されているので、固体レーザ媒質1を交換する際にも、常に一定の位置へ再現性よく固定することが可能になり、常に安定したレーザ出力を得ることができる。

また、複数の固体レーザ媒質1を直列に配置し、高いレーザ出力を得る構成においても、各固体レーザ媒質1の中心光軸を常に一定、かつ同  
20 軸状に保ち、効率よく各固体レーザ媒質中に形成された反転分布より、レーザ光を取り出すことができる。

また、本実施例においては、固体レーザ媒質1の両端を固定する固定リング9 a、9 bとして、ヤング率が300 MPa以上で、かつ固体レーザ媒質のヤング率より小さい材質を用いたので、堅固にロッド型の  
25 固体レーザ媒質1の両端を固定することができる。即ち、従来のロッド型レーザでは固体レーザ媒質1の両端をOリングで固定していたが、上記

５      Ｏリングの素材としては一般にシリコンゴム等の弾性体が使用され、軟らかい素材で構成されていた。これに対して、本実施例では上記Ｏリングの素材とは全く異なる剛性が高い素材からなる固定部材を使用しているのでレーザ媒質を堅固に固定することが可能となる。従って、冷却水の直接衝突や、乱流冷却、その他機械的外乱にともなう固体レーザ媒質の振動を効果的に抑制し、常に一定のレーザ出力を安定に維持することが可能になる。

１０      また、固定リング 9 a, 9 b の素材として、フッ素系樹脂の一種である白色の P T F E を使用した場合、フッ素系樹脂の一種である白色の P T F E は、波長 1  $\mu$  m 近傍の光に対し反射率が高く、かつ耐熱性にも優れるため、レーザ光近傍に配置しても、熱変性や脱ガスを生じることなく、常に安定なレーザ発振を維持することができる。

１５      更に、フッ素系樹脂は、材料の安定性、耐薬品性にも優れるため、常に冷却水に接触する状態で配置しても、腐食や変質を生じることなく、純水の電気伝導度を低い値に保ち、冷却媒体を清浄に維持することができる。

２０      また、本実施例においては、固定リングの、固体レーザ媒質との対向面が円筒状に形成されているので、Ｏリングに比べ、固体レーザ媒質との接触面積が広くとれ、堅固にロッド型の固体レーザ媒質 1 の両端を固定することができる。従って、冷却水の直接衝突や、乱流冷却、その他機械的外乱にともなう固体レーザ媒質の振動を効果的に抑制し、常に一定のレーザ出力を安定に維持することが可能になる。

２５      なお、本実施例においては、固定リングの外側面の一部がテーパ状に形成されたものを示したが、固定リングの外側面の全体がテーパ状であってもよい。

実施例 2 .

第2図は本発明の実施例2によるロッド型固体レーザにおける固体レーザ媒質保持部の構成を示す断面構成図である。第2図は固体レーザ媒質左側端部の保持構成について示しているが、固体レーザ媒質右側端部についても、同一の構成により固体レーザ媒質を保持している。図において、2はロッドホルダ、4は側板、5は冷却水路、6はロッドホルダ用Oリング、8はフローチューブ用Oリング、9は固定リング、10は押え金具である。

第1図に示した前記実施例1においては、押えボルト11a, 11bを用いて、押え金具10a, 10bをロッドホルダ2a, 2bの貫通穴中に挿入し、固定リング9a, 9bを押圧することにより、固体レーザ媒質1を固定していた。本実施例2においては、ロッドホルダ2の貫通穴中に雌ネジ、押え金具10の外側面に雄ネジを設け、押え金具10をロッドホルダ2の貫通穴中へネジ込むことにより、固定リング9を押圧し、固体レーザ媒質1をロッドホルダ2に固定する構成としている。

本実施例2に示すように、ロッドホルダ2の貫通穴中に雌ネジ、押え金具10の外側面に雄ネジを設け、押え金具10をロッドホルダ2の貫通穴中へネジ込む構成としても、前記実施例1と同様な効果が得られるばかりでなく、押えボルトを使用する必要がないので、簡易に固定リング9を押圧し、固体レーザ媒質1をロッドホルダ2に固定することができる。このため、固体レーザ媒質1の取り付けや交換が容易になり、ロッド型固体レーザの保守性を向上させることができる。

### 実施例3.

第3図は本発明の実施例3によるロッド型固体レーザにおける固体レーザ媒質保持部の構成を示す断面構成図である。第3図は固体レーザ媒質左側端部の保持構成について示しているが、固体レーザ媒質右側端部についても、同一の構成により固体レーザ媒質を保持している。本実施

例 3 では、ロッドホルダ 2 の貫通穴中で、テーパ状の内壁面の小径側に、矩形の空隙（Oリング溝）を設け、該 Oリング溝中に Oリング 3 を配している。なお、固定リング 9 の押圧方法については、第 2 図に示した前記実施例 2 と同じである。

- 5     本実施例 3 においては、Oリング 3 により冷却媒体である純水のシールを行っている。また、外側面がテーパ状に形成された固定リング 9 により、固体レーザ媒質端部の正確な位置だし、及び固体レーザ媒質の固定を行っている。

- 固定リング 9 が、固体レーザ媒質 1 の固定、及び冷却媒体のシールの  
10   両機能を兼ねる場合、冷却媒体の漏洩を防ぐため、固定リング 9 を押え金具 10 により十分に押圧、変形させ、ロッドホルダ 2 と固定リング 9、固定リング 9 と固体レーザ媒質 1 との間を密接させる必要があった。この結果、固体レーザ媒質 1 の端部には、固定リング 9 の強い押圧にと  
15   なう応力が発生し、固体レーザ媒質 1 内部において光弾性効果にと  
なう光学歪を生じ、集光性の高いレーザ光を安定に発生することが困難になるという問題がある。本実施例 3 においては、固定リング 9 とは別  
に Oリング 3 を用いて冷却媒体のシールを行っているため、固定リング  
9 を押圧する力は、固体レーザ媒質 1 の位置だしを行うとともに、振動  
及び光軸の偏心を抑える程度の最小限度の力に留めることができるので  
20   、固体レーザ媒質 1 への応力を緩和し、光学歪の発生を抑えることが  
できるため、固定リング 9 を用いて固体レーザ媒質 1 端部の固定を行う構  
成においても、集光性を劣化させることなく、安定にレーザ光を発生さ  
せることができる。

実施例 4 .

- 25   第 4 図は本発明の実施例 4 によるロッド型固体レーザにおける固体レーザ媒質保持部の構成を示す断面構成図である。第 4 図は固体レーザ媒

質左側端部の保持構成について示しているが、固体レーザー媒質右側端部についても、同一の構成により固体レーザー媒質を保持している。本実施例 4 においても、第 3 図に示す前記実施例 3 と同じく、O リング 3 を用いて、冷却媒体のシールを行っている。但し、本実施例のロッド型固体

5 レーザにおいては、O リング 3 を配するため、ロッドホルダ 2 の貫通穴中に設けている O リング溝は、矩形の断面形状を有しておらず、ロッドホルダ 2 の貫通穴中において、テーパ状の内壁面の小径側は開放された空隙となっており、この空隙中に O リング 3 を配している。固体レーザー媒質 1 の先端部に装着した O リング 3 は、固定リング 9 により、空隙内部

10 へ押し込める構成としている。

本実施例 4 に示すように、冷却媒体をシールするための O リング 3 を、ロッドホルダ 2 のテーパ状の内壁面に連通した空隙中に配する構成とすれば、ロッドホルダ 2 を製作する際、機械加工が容易になり、製造コストの低減を図ることができる。

15 更に、O リング 3 は、固体レーザー媒質 1 の先端部に装着し、固定リング 9 により空隙内部へ押し込めばよいので、固体レーザー媒質 1 の設置、交換をより簡単に行うことができる。

なお、本実施例 4 においても、前記実施例 3 と同様な効果が得られることは言うまでもない。

20 また、実施例 3、4 において、固定リング 9 の押圧は第 2 図に示した構成により行ったが、第 1 図に示した実施例 1 と同様な構成を用いて行ってもよいことは言うまでもない。

実施例 5 .

第 5 図は本発明の実施例 5 によるロッド型固体レーザーにおける固体レーザー媒質保持部の構成を示す断面構成図である。第 5 図は固体レーザー媒質左側端部の保持構成について示しているが、固体レーザー媒質右側端部

25



- についても、同一の構成により固体レーザー媒質を保持している。本実施例 5 においては、ロッドホルダ 2 の貫通穴の内壁面、及び固定リング 9 の外側面ともにテーパは設けられていない。ロッドホルダ 2 の貫通穴の内壁面には固定リング 9 を配する空隙と O リング 3 を配する空隙とが設けられており、固定リング 9 を配設する空隙部分の内径は一定である。
- また、固定リング 9 の外径は、ロッドホルダ 2 に設けられた固定リング 9 を配する空隙部分の内径に対し、0.05 mm から 0.1 mm 程度小さく、固定リング 9 の内径（貫通穴径）は、固体レーザー媒質 1 の外径に対し、0.05 mm から 0.1 mm 程度大きく形成された円筒状の形状をしている。従って、ロッドホルダ 2 の貫通穴と固定リング 9 の外径、及び固定リング 9 の貫通穴と、固体レーザー媒質 1 の外径は、いわゆるはめあいの関係となっている。また、固定リング 9 の材質は、実施例 1 と同様、ヤング率が 300 MPa 以上で、かつ固体レーザー媒質 1 のヤング率より小さい材質よりなる。例えば、フッ素系樹脂の一種である白色の PTFE を素材として使用している。

- 本実施例においても、前記固定リング 9 は、押え金具 10 によって、ロッドホルダ 2 の内壁面に押圧され、固体レーザー媒質 1 をロッドホルダ 2 に固定している。即ち、固定リング 9 を押え金具 10 により固体レーザー媒質 1 の長手方向へ押圧して固定リング 9 をロッドホルダ 2 の内壁面に押圧することにより、固定リング 9 に弾性変形が生じ、固定リング 9 の外径が増加し、内径が減少する。この結果、固定リング 9 の円筒状の外側面とロッドホルダ 2 の貫通穴の円筒状の内壁面、固定リング 9 の貫通穴の円筒状の内壁面と固体レーザー媒質 1 の外側面は密接し、ロッドホルダ 2 に対し、固体レーザー媒質 1 を堅固に固定することができる。
- この結果、冷却水の直接衝突や、乱流冷却、その他機械的外乱にともなう固体レーザー媒質の振動を効果的に抑制し、安定に固体レーザー媒質を

保持するとともに、常に一定のレーザ出力を安定に維持することが可能になる。

また、本実施例 5 においては、固定リング 9 として、ヤング率が 300 MPa 以上で、かつ固体レーザ媒質のヤング率より小さい材質を用いたので、通常、Oリングの素材として使用されるシリコンゴム等と比べ、剛性が高く、堅固にロッド型の固体レーザ媒質 1 の両端を固定することができる。従って、冷却水の直接衝突や、乱流冷却、その他機械的外乱にともなう固体レーザ媒質の振動を効果的に抑制し、常に一定のレーザ出力を安定に維持することが可能になる。

また、本実施例 5 においては、Oリング 3 により冷却媒体である純水のシールを行い、円筒状の固定リング 9 により、固体レーザ媒質の固定を行っているので、固定リング 9 により固体レーザ媒質 1 を押圧する力は、最小限度に留めることができる。従って、固体レーザ媒質固定時に、固体レーザ媒質に加わる応力が緩和され、光学歪の発生を効果的に抑制するとともに、集光性に優れたレーザ光を安定に発生させることが可能となる。

また、本実施例 5 においては、ロッドホルダ 2 に設ける貫通穴及び固定リング 9 の外側面ともに、テーパ部を設けていないので、ロッドホルダ 2 及び固定リング 9 の製作が容易になり、製造コストの低減を図ることができる。

なお、本実施例 5 においては円筒状の固定リング 9 と Oリング 3 とを備えたものを示したが、押さえ金具 10 による押圧力を高めて円筒状の固定リング 9 に冷却媒体のシール機能を持たせることにより、Oリング 3 を無くした構成としてもよい。

なお、本実施例においては、ロッドホルダ 2 に設ける貫通穴の内径、固定リング 9 の外径、ともに一定の直径を有する構成を示したが、固体

レーザ媒質 1 の固定方法はこれに限るものではなく、例えば、固定リング 9 の外径をテーパ状、ロッドホルダ 2 に設ける貫通穴の内径を一定に形成してもよいし、逆に、固定リング 9 の外径を一定、ロッドホルダ 2 に設ける貫通穴の内径をテーパ状に形成してもよい。即ち、ロッドホルダの空隙の形状と固定リングの外側面の形状が異なる形状であってもよく、固定リングの一部がロッドホルダの内壁面に押圧される構成とすればよい。

また、前記実施例 1 ～ 5 においては、固定リングは貫通穴を有する一体型の固定リングを示したが、固体レーザ媒質 1 の周囲に分割されて配される固定リングであってもよい。

また、上記実施例 1 ～ 5 においては、半導体レーザ光によって固体レーザ媒質が励起されるものを示したが、例えばランプ等、他の励起源によって励起されるレーザであってもよい。

#### 15 産業上の利用可能性

この発明によるロッド型固体レーザは、加工用のロッド型固体レーザに関するのみならず、リモートセンシング、分光、医療など、その他各種の用途に用いられるロッド型固体レーザに対して適用することが可能である。

## 請 求 の 範 囲

1. ロッド型の固体レーザ媒質、該固体レーザ媒質の両端部分の周囲に設けられ、内径が前記固体レーザ媒質の直径と略等しく、外側面の一部または全体がテーパ状に形成された固定リング、該固定リングの周囲に  
5 設けられ、前記固定リングとの対向面が、前記固定リングのテーパ状の外側面と略等しい角度でテーパ状に形成されたロッドホルダ、及び前記固定リングを前記ロッドホルダのテーパ状の内壁面に押圧させると共に、前記固体レーザ媒質に押圧させ、前記固体レーザ媒質を前記ロッドホルダに固定する押圧部材を備えたことを特徴とするロッド型固体レーザ  
10 。
2. ロッド型の固体レーザ媒質、該固体レーザ媒質の両端部分の周囲に設けられ、内径が前記固体レーザ媒質の直径と略等しく、ヤング率が300MPa以上で、かつ前記固体レーザ媒質のヤング率より小さい材質よりなる固定リング、該固定リングの周囲に設けられたロッドホルダ、  
15 及び前記固定リングを前記ロッドホルダの内壁面に押圧させると共に、前記固体レーザ媒質に押圧させ、前記固体レーザ媒質を前記ロッドホルダに固定する押圧部材を備えたことを特徴とするロッド型固体レーザ。
3. ロッド型の固体レーザ媒質、該固体レーザ媒質の両端部分の周囲に設けられ、内径が前記固体レーザ媒質の直径と略等しく、前記固体レー  
20 ザ媒質との対向面が円筒状に形成された固定リング、該固定リングの周囲に設けられたロッドホルダ、及び前記固定リングを前記ロッドホルダの内壁面に押圧させると共に、前記固体レーザ媒質に押圧させ、前記固体レーザ媒質を前記ロッドホルダに固定する押圧部材を備えたことを特徴とするロッド型固体レーザ。
- 25 4. ロッドホルダにOリングを配するための空隙を設け、該空隙中に配したOリングを用いて、固体レーザ媒質を冷却する冷却媒体をシールする

ことを特徴とする請求の範囲第1項ないし第3項のいずれかに記載のロッド型固体レーザー。

5. 固定リングは、ヤング率が300MPa以上で、かつ前記固体レーザー媒質のヤング率より小さい材質よりなることを特徴とする請求の範囲第1項に記載のロッド型固体レーザー。

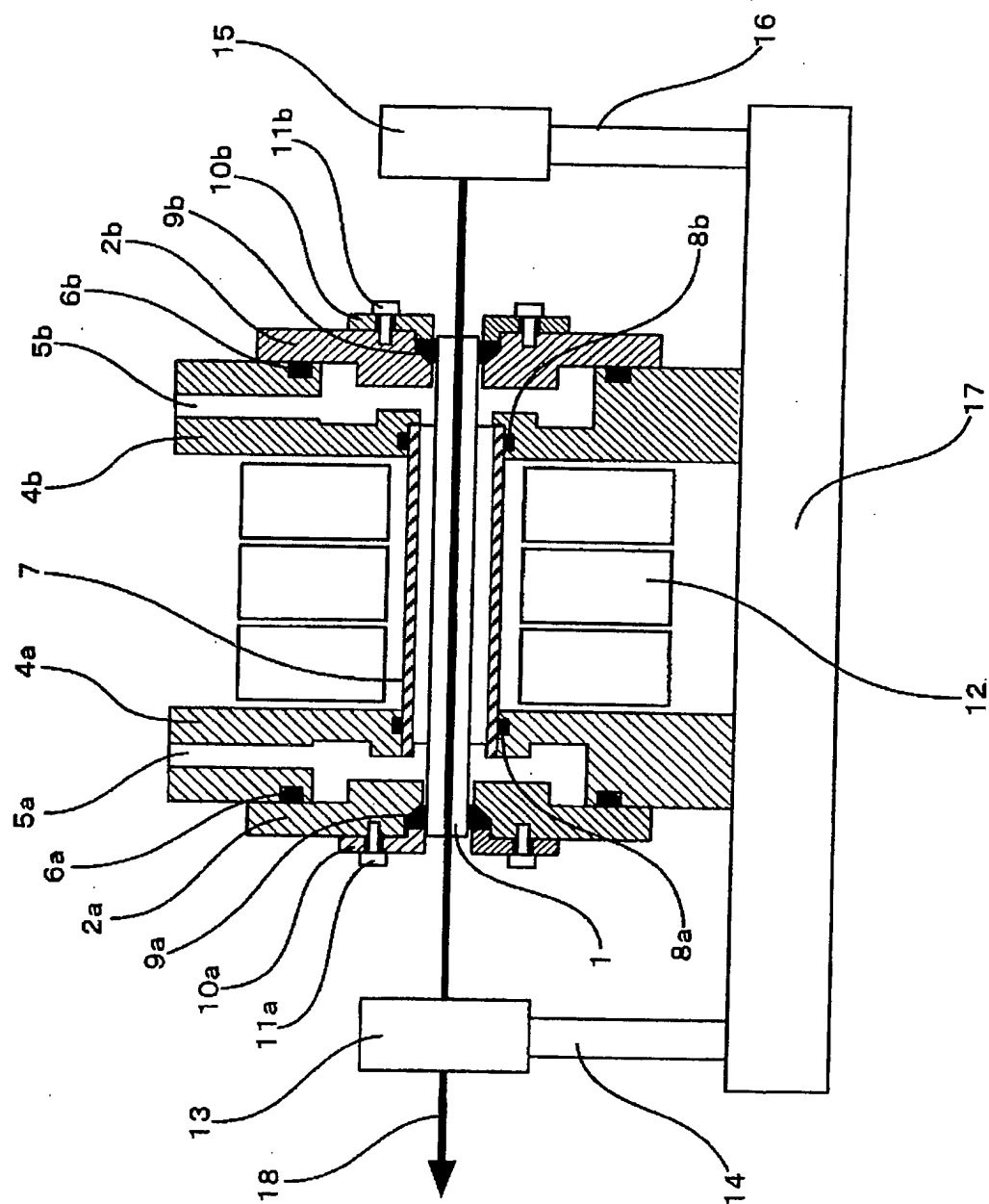
6. 固定リングは、固体レーザー媒質との対向面が円筒状に形成されていることを特徴とする請求の範囲第1項、第2項、または第5項のいずれかに記載のロッド型固体レーザー。

7. 固定リングの材質が、フッ素系の樹脂であることを特徴とする請求の範囲第1項ないし第3項のいずれかに記載のロッド型固体レーザー。

8. 固体レーザー媒質が半導体レーザー光によって励起されることを特徴とする請求の範囲第1項ないし第3項のいずれかに記載のロッド型固体レーザー。

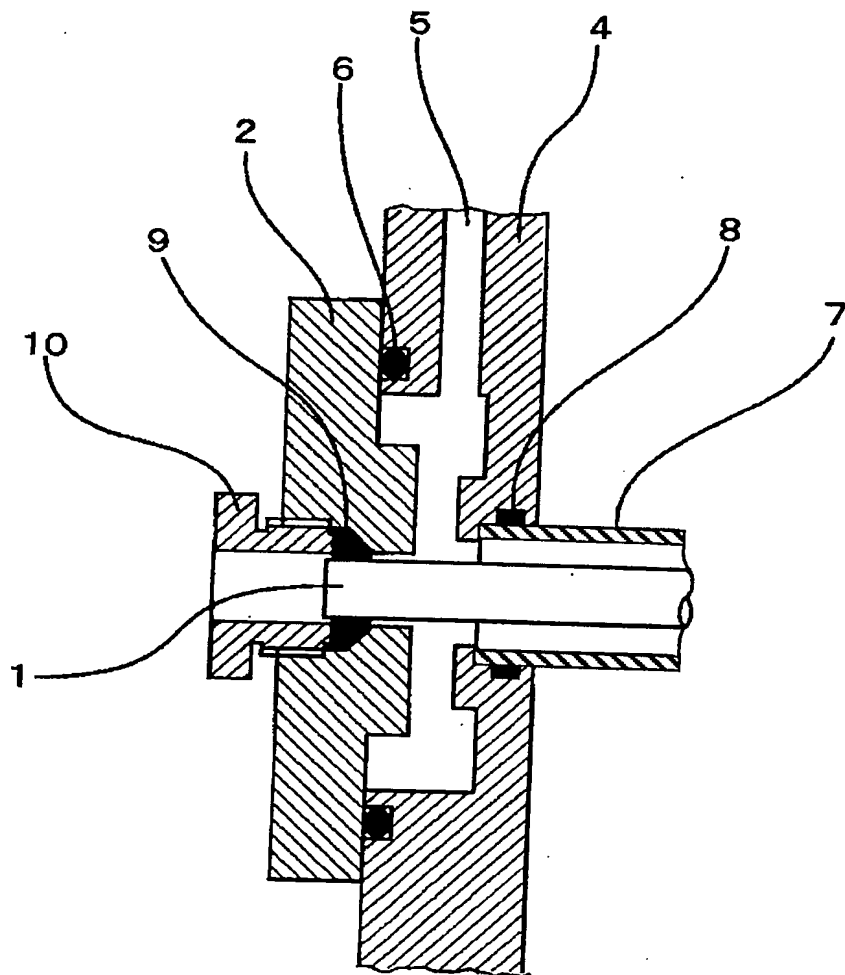
1 / 7

第 1 図



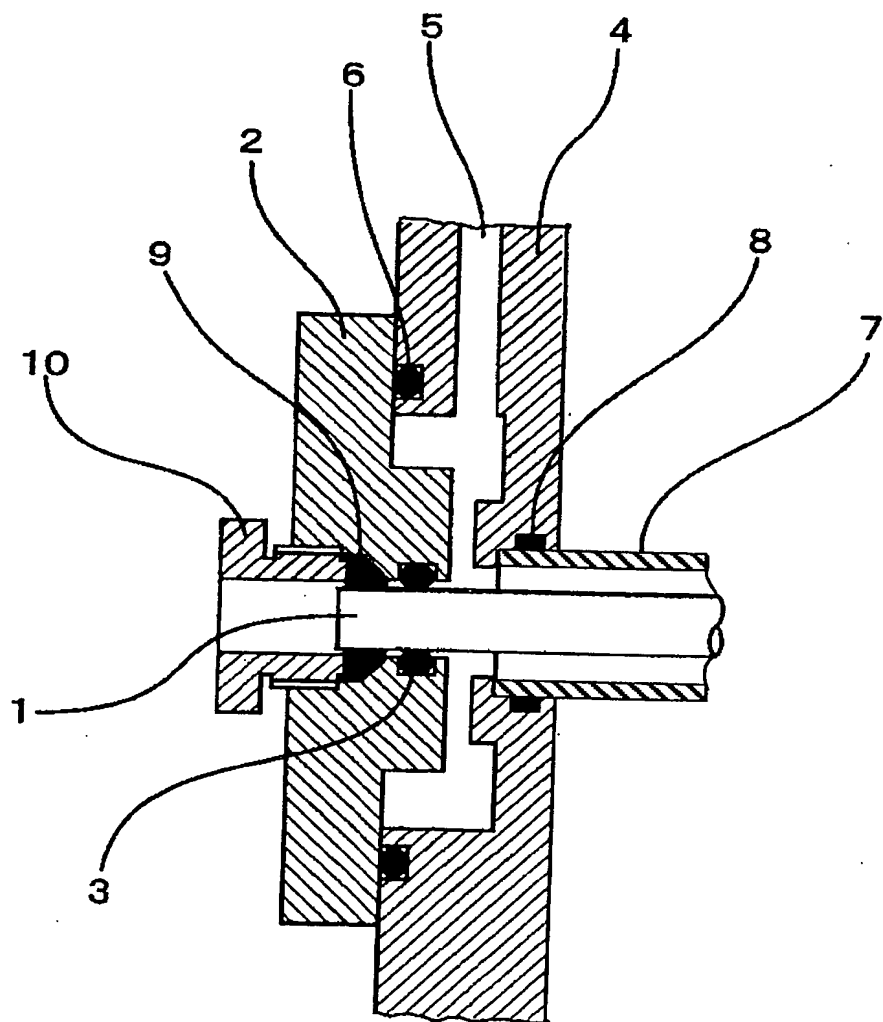
2 / 7

第 2 図



3/7

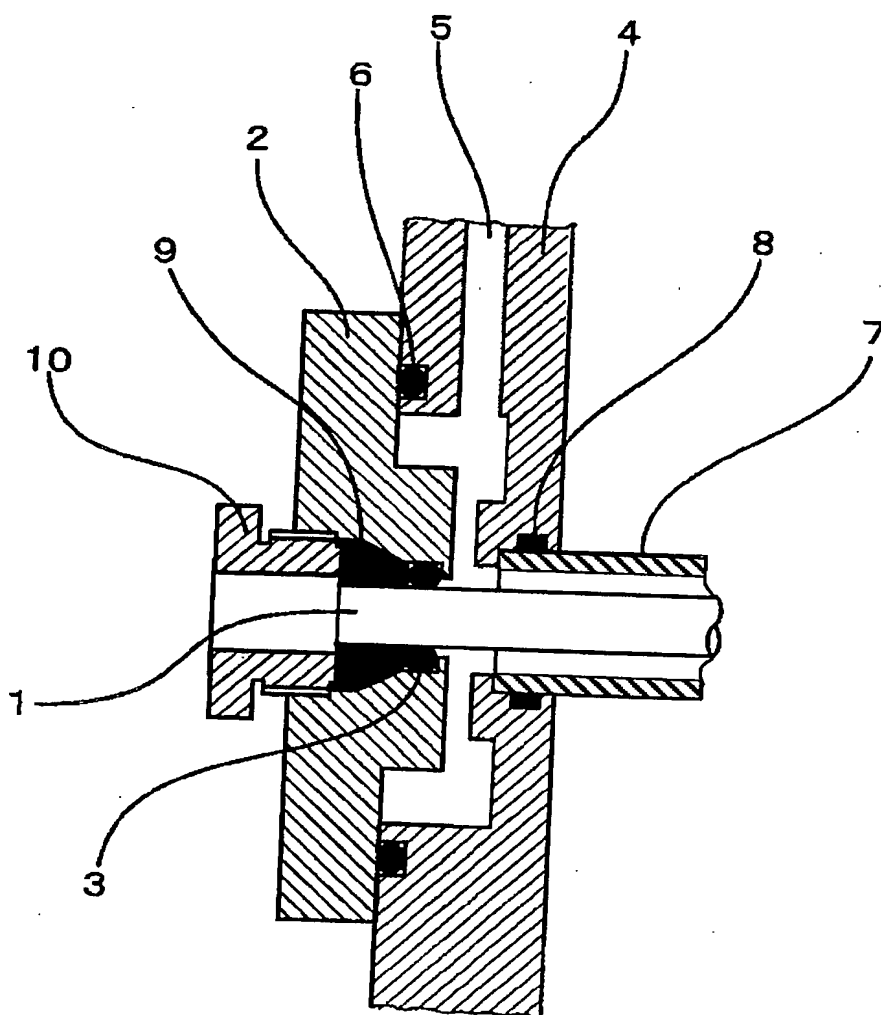
第 3 図





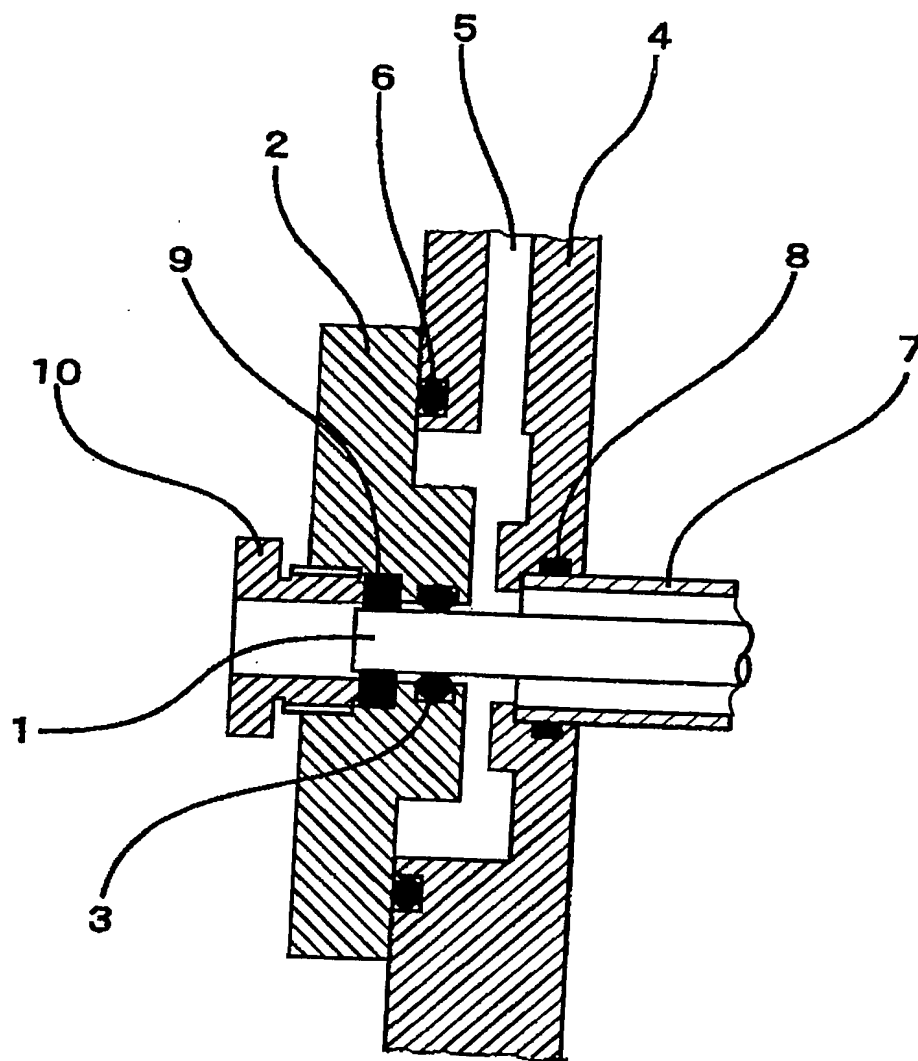
4 / 7

第 4 図



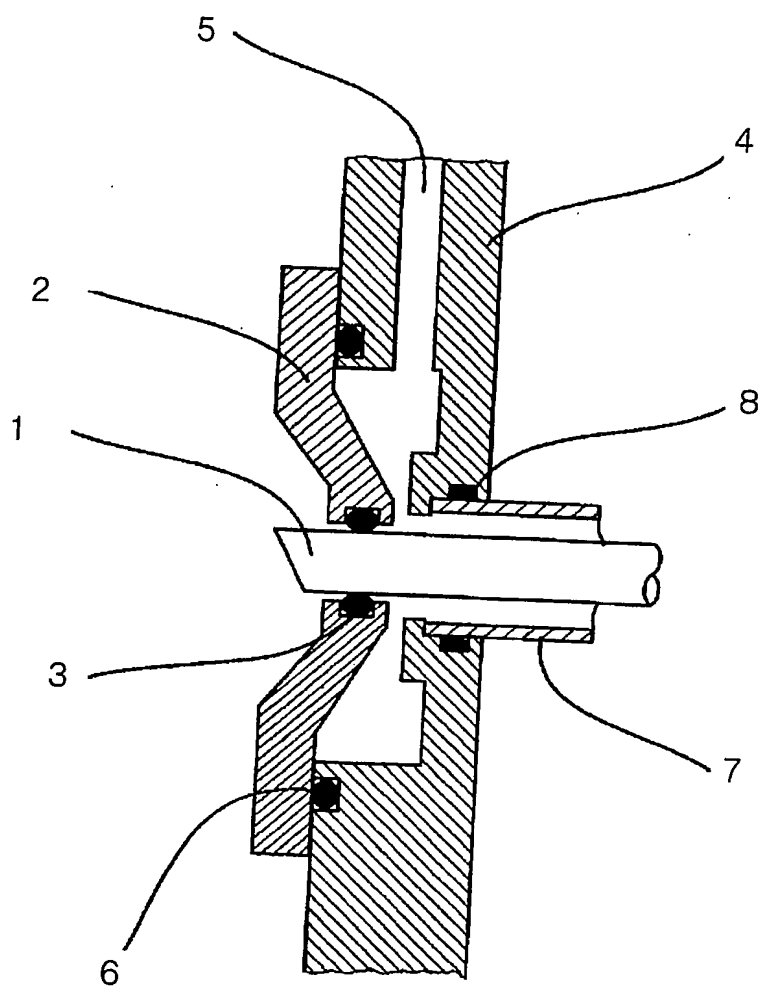
5/7

第 5 図



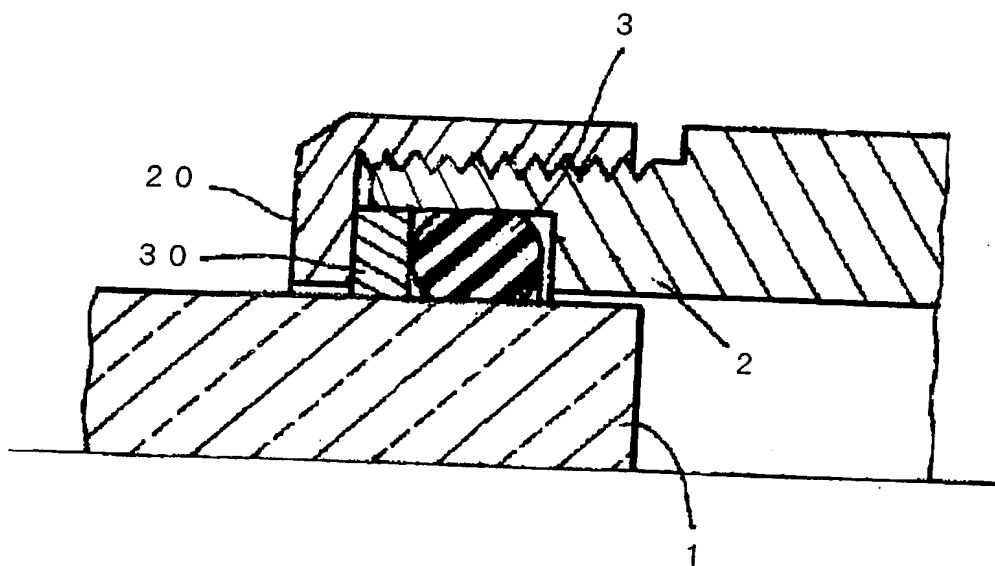
6 / 7

第 6 図



7/7

第 7 図



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/01316

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl<sup>7</sup> H01S3/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>7</sup> H01S3/00-3/23Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2002  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2002 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2002

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 5-136485 A (Fuji Electric Co., Ltd.), 01 June, 1993 (01.06.93), Full text; Fig. 1 (Family: none)	1-3, 5-8 4
X Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 91425/1974 (Laid-open No. 19667/1976) (Tokyo Shibaura Electric Co., Ltd.), 13 February, 1976 (13.02.76), Full text; Fig. 4 (Family: none)	1-3, 5-8 4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  
19 April, 2002 (19.04.02)Date of mailing of the international search report  
14 May, 2002 (14.05.02)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern application No.  
PCT/JP02/01316

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 99906/1990 (Laid-open No. 56356/1992) (NEC Corp.), 14 May, 1992 (14.05.92), Full text; Fig. 2 (Family: none)	4
Y	JP 8-32145 A (Mitsui Petrochemical Industries, Ltd.), 02 February, 1996 (02.02.96), Par. Nos. [0017] to [0021], [0029]; Fig. 2 (Family: none)	4

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01S3/02

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01S3/00-3/23

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2002年

日本国登録実用新案公報 1994-2002年

日本国実用新案登録公報 1996-2002年

国際調査で利用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 5-136485 A (富士電機株式会社)	1-3, 5-8
Y	1993. 06. 01, 全文, 第1図 (ファミリーなし)	4
X	日本国実用新案登録出願49-91425号 (日本国実用新案登録 出願公開51-19667号) の願書に添付した明細書又は図面の 内容を撮影したマイクロフィルム (東京芝浦電気株式会社)	1-3, 5-8
Y	1976. 02. 13, 全文, 第4図 (ファミリーなし)	4

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

19. 04. 02

国際調査報告の発送日 14.05.02

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

河原 正



2K

9017

電話番号 03-3581-1101 内線 3255

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	日本国実用新案登録出願 2-99906 号 (日本国実用新案登録出願公開 4-56356 号) の願書に添付した明細書又は図面の内容を撮影したマイクロフィルム (日本電気株式会社) 1992. 05. 14, 全文, 第 2 図 (ファミリーなし)	4
Y	JP 8-32145 A (三井石油化学工業株式会社) 1996. 02. 02, 段落番号【0017】-【0021】, 段落板後【0029】, 第 2 図 (ファミリーなし)	4